

7.Сазонов Э.В., Кононова М.С. Определение эмпирических функций распределения отказов городских теплопроводов // Изв. вузов. Сер. «Строительство». – 2000. – №2-3. – С.62-64.

8.Сазонов Э.В., Кононова М.С. Сравнительный анализ эмпирических функций распределения отказов городских теплопроводов // Изв. вузов. Сер. «Строительство». – 2000. – №7-8. – С.85-87.

9.Глюза А.Т., Яковлев Б.В., Лысенко Ю.Д., Мельцер М.Я., Шиенок О.Ф. Прогнозирование повреждаемости подземных тепловых сетей // Теплоэнергетика. – 1989. – №6. – С.18-21.

Получено 12.09.2008

УДК 697.34

А.А.РЕДЬКО, канд. техн. наук, **В.А.КРАСНОПОЛЬСКИЙ**

Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры

И.А.РЕДЬКО, канд. техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

Д.Х.ХАРЛАМПИДИ, канд. техн. наук

Институт проблем машиностроения НАН Украины, г.Харьков

СТУПЕНЧАТАЯ СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ТЕПЛОНАСОСНОЙ УСТАНОВКОЙ

Анализируются теплотехнические параметры систем отопления с применением теплонасосных установок.

Для осуществления процесса трансформации теплоты в теплонасосной установке (ТНУ) применяются различные рабочие вещества, термодинамические и теплофизические свойства которых должны удовлетворять требованиям, зависящим от назначения установки и ее схемы, температурных уровней нижнего и верхнего источников теплоты, условий долговечности и экологической безопасности и т.д. Наибольшей объемной производительностью обладает аммиак, фреоны R22 и R12, следовательно при одинаковой тепловой мощности установки требуется меньше количества заправляемого хладагента, в результате будут меньшими затраты работы в компрессоре. Однако при использовании данных рабочих тел для получения высоких температур конденсации требуется создавать в компрессоре большее давление, что по технико-экономическим причинам не всегда целесообразно [1-3]. Для получения высоких температур конденсации наиболее перспективными рабочими веществами являются такие теплоносители, как фреон R142в, R245, изобутан, а также смесь изобутана и изопентана и др.

Цель работы – анализ технологических схем систем отопления с применением теплонасосных установок. Выполненные расчеты тепло-

технических параметров ТНУ показывают, что при большой разнице между температурой источника теплоты и температурой потребителя теплоты значение коэффициента преобразования ТНУ снижается при увеличении температуры конденсации T_k и уменьшении температуры испарения T_o . При постоянной температуре конденсации увеличение температуры испарения приводит к увеличению коэффициента преобразования. Увеличение T_o ограничивается температурой источника теплоты (окружающий воздух, река или озеро, грунты, геотермальная вода). В зависимости от разности температур ($T_k - T_o$) и их абсолютных значений могут использоваться различные технологические схемы систем теплоснабжения и схемы агрегатов (ТНУ со ступенчатым сжатием или многоступенчатая последовательная схема с несколькими ТНУ [4]).

В периоды наибольших интервалов температур между источником теплоты низкого потенциала и горячей водой (наиболее холодное время зимы) в [3] предлагается использовать ТНУ с двухступенчатым сжатием (рис.1), а при малой разности рекомендуется режим работы ТНУ по одноступенчатой схеме.

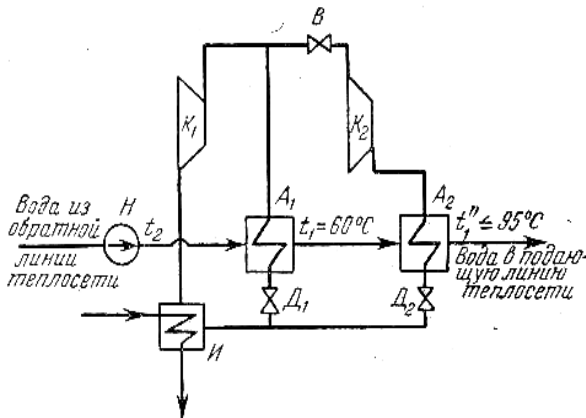


Рис.1 – Схема теплового насоса с двухступенчатым сжатием:

A1 – конденсатор первой ступени; A2 – конденсатор второй ступени; В – запорный вентиль; D1, D2 – дроссельные вентили; K1 – компрессор первой ступени; K2 – компрессор второй ступени; И – испаритель.

При использовании в качестве источника теплоты геотермальной воды с температурой $30 \div 50$ °С можно получить в ТНУ температуру испарения $20 \div 40$ °С и температуру конденсации $90 \div 95$ °С. При этом значения коэффициента преобразования будут более 2,3, что соответ-

ствует энергетической эффективности использования электроэнергии для теплоснабжения. При высоких температурах конденсации включение в технологическую схему разного рода охладителей и промежуточных нагревателей обеспечивает увеличение коэффициента преобразования в 1,5 раза.

Расчеты [5-7] показывают, что экономически целесообразно применение парокомпрессионной теплонасосной техники с газовым приводом. В технологических схемах с рекуперацией сбросного тепла газового двигателя имеется возможность полезно использовать до 80% теплоты, выделяющейся при сжигании природного газа.

При использовании в качестве источника геотермальной воды стремятся к максимальному использованию ее теплового потенциала, т.е. к максимальному использованию подводимой теплоты. Достигается это использованием в технологической схеме двух или нескольких ТНУ установленных последовательно. Использование одной установки в условиях большой разницы температур ($T_k - T_o$) приводит к снижению коэффициента преобразования и эффективность установки становится минимальной. В условиях эксплуатации двух ТНУ термальная вода последовательно проходит через два испарителя, что позволяет осуществить процесс испарения рабочего тела (или рабочих тел) на разных температурных уровнях, что приводит к экономии электроэнергии за счет увеличения среднего коэффициента для всех установок. Особенность применения такой схемы состоит в том, что путем выбора оптимальной температуры охлаждения термальной воды можно сократить ее потребление.

Технологическая схема системы теплоснабжения с двумя ТНУ приведена на рис.2. Первая ТНУ подает теплоту в систему отопления и обеспечивает уровень температуры в конденсаторе $90 \div 95^\circ\text{C}$. Часть тепловой энергии отбирается в охладителе и подается в систему горячего водоснабжения. Вторая ТНУ, в испаритель которой поступает охлажденная геотермальная вода с температурой $55 \div 60^\circ\text{C}$, отдает тепло только в систему горячего водоснабжения.

Расчеты показывают, что наиболее оптимальной является технологическая схема с двумя ТНУ. В зимний период работают обе ТНУ на систему отопления и горячего водоснабжения. В летний период работает одна ТНУ с подачей воды в систему горячего водоснабжения.

При использовании в качестве источника теплоты окружающего воздуха с низкой температурой в зимнее время целесообразно использовать технологическую схему ТНУ с двухступенчатым сжатием, что при условии выбора оптимального промежуточного давления приводит к увеличению коэффициента преобразования на $25 \div 30\%$ [3].

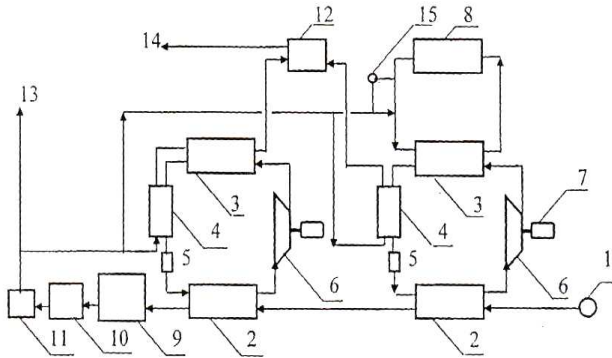


Рис.2 – Технологическая схема геотермальной теплонасосной системы тепло- и водоснабжения:

1 – геотермальная скважина; 2 – испаритель; 3 – конденсатор; 4 – охладитель; 5 – дроссельный клапан; 6 – компрессор; 7 – электродвигатель; 8 – потребитель тепла; 9 – блок химоводоочистки; 10 – резервуар чистой воды; 11 – насосная станция; 12 – термоизолированный бак-аккумулятор; 13 – на холодное водоснабжение; 14 – на горячее водоснабжение; 15 – регулятор подпитки.

Таким образом, применение двухступенчатых ТНУ или последовательное включение нескольких ТНУ для систем теплоснабжения с высокой температурой теплоносителя (90-95 °С) обеспечивает повышение технико-экономических показателей системы теплоснабжения.

1. Мартыновский В.С. Тепловые насосы. – М.- Л.: Госэнергоиздат, 1955. –191с.
2. Соколов Е.Я., Бродянский В.М. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения. – М.: Энергия, 1968. – 272 с.
3. Мартыновский В.С. Циклы, схемы и характеристики термотрансформаторов. – М.: Энергия, 1979. – 288 с.
4. Хайнрих Г., Найорк Х. Теплонасосные установки для отопления и горячего водоснабжения. – М.: Стройиздат, 1985. – 256 с.
5. Огуречников Л.А. Геотермальные ресурсы в энергетике // Альтернативная энергетика и экология. – 2005. – №11. – С.58-66.
6. Цветков О.Б. Диоксид углерода: природный экологически безопасный агент // Холодильная техника. – 2001. – №3. – С.10-12.
7. Калнынь И.М., Масс А.М., Савицкий А.И. Создание тепловых насосов большой мощности // Международный геотермальный семинар. – Россия, Сочи, 6-11 октября 2003. – С.64.

Получено 02.09.2008